

⑪ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ Patentschrift
⑩ DE 100 39 144 C 1

⑤ Int. Cl. 7:
B 22 F 3/105
C 22 C 1/04

② Aktenzeichen: 100 39 144.3-24
③ Anmeldetag: 7. 8. 2000
④ Offenlegungstag: -
⑤ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 22. 11. 2001

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦ Patentinhaber:
Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der
angewandten Forschung e.V., 80636 München, DE

⑧ Vertreter:
Tegel, L., Dipl.-Ing. Dr.-Ing., Pat.-Anw., 81925
München

⑨ Erfinder:
Abdolreza, Simichi, Dr., 28359 Bremen, DE;
Petzoldt, Frank, Dr., 27578 Bremerhaven, DE; Pohl,
Haiko, 28757 Bremen, DE; Löffler, Holger, 28201
Bremen, DE

⑩ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 197 21 595 A1
DE 91 17 128 U1
EP 07 82 487 B1

⑪ Verfahren zur Herstellung präziser Bauteile mittels Lasersintern

⑫ Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Herstellung präziser Bauteile durch Lasersintern eines Pulvermaterials, das aus einer Mischung von mindestens zwei Pulverelementen besteht und ist dadurch gekennzeichnet, dass die Pulvermischung durch den Hauptbestandteil Eisenpulver und weitere Pulverlegierungselemente gebildet ist, die in elementarer, vorlegierter oder teilweise vorlegierter Form vorliegen, und dass im Verlaufe des Lasersinterprozesses aus diesen Pulverelementen eine Pulverlegierung entsteht. Es werden folgende Pulverlegierungselemente, jedes für sich oder in beliebiger Kombination dem Eisenpulver zugegeben: Kohlenstoff, Silizium, Kupfer, Zinn, Nickel, Molybdän, Mangan, Chrom, Kobalt, Wolfram, Vanadium, Titan, Phosphor, Bor.

DE 100 39 144 C 1

DE 100 39 144 C 1

Einstellung gewünschter mechanischer Eigenschaften als auch in der Reaktion mit anderen Elementen zur verstärkten Schmelzbildung (Fe-C-Mo) liegen. Die Pulverelemente Kohlenstoff, Molybdän, Chrom, Mangan, Nickel bewirken die hohen mechanischen Eigenschaften des fertigen Bauteils. Phosphor, Bor, Kupfer und Zinn bewirken eine hohe Sinteraktivität. Durch die Wahl geeigneter Lasersinterparameter kann die Dichte zwischen 70 und 95% der theoretischen Dichte variiert werden.

[0019] Beim direkten Lasersintern der beschriebenen Pulvermischung werden Dichten von 70–95% der theoretischen Dichte erzielt. Die maximale Dichte hängt von der Belichtungsstrategie und der chemischen Zusammensetzung, der Legierungsweise sowie den Eigenschaften (Pulverform, Partikelverteilung, Pulvergröße) der verwendeten Pulvermischung ab: z. B. kann mit den Lasersinterparametern 215 W cw CO₂-Laser mit der Baugeschwindigkeit von 5,4 cm³/h eine Dichte von 92 ± 1% der theoretischen Dichte für Pulver, bestehend aus (in M.-%): 0,7–1 C, 2–4 Cu, bis zu 1,5 Mo, bis zu 2 Ni, bis zu 0,4 Sn, 0,15 B, erreicht werden.

Beispiel 2

[0020] Eine Pulvermischung bestehend aus Eisen, 0,8 M.-% C, 0,3 M.-% B wird mit den Lasersinterparametern 215 W CO₂-Laser, 100 mm/s Laserscangeschwindigkeit, 0,3 mm Laserspurbreite bei einer Schichthöhe von 100 µm zu einer Dichte von 80–85% der theoretischen Dichte lasergesintert. Die Bauteilhärte nach dem Lasersintern beträgt ca. 200 HV30.

Beispiel 3

[0021] Eine Pulvermischung bestehend aus Eisen, 0,7–1 M.-% C, 2–4 M.-% Cu, 1,5 M.-% Mo, 0,15 M.-% B wird mit den Lasersinterparametern 215 W CO₂-Laser, 100 mm/s Laserscangeschwindigkeit, 0,3 mm Laserspurbreite bei einer Schichthöhe von 50 µm zu einer Dichte von 92 ± 1% der theoretischen Dichte lasergesintert. Die Bauteilhärte nach dem Lasersintern beträgt ca. 370 HV30.

Beispiel 4

[0022] Eine Pulvermischung bestehend aus Eisen, 1–1,2 M.-% C, 2–4 M.-% Cu, 0,4 M.-% P wird mit den Lasersinterparametern 215 W CO₂-Laser, 100 mm/s Laserscangeschwindigkeit, 0,3 mm Laserspurbreite bei einer, im Vergleich zum ersten Beispiel, verringerten Schichthöhe von 50 µm zu einer Dichte von 90 ± 1% der theoretischen Dichte lasergesintert.

Beispiel 5

[0023] Eine Eisenpulvermischung mit 0,8 M.-% Kohlenstoff ergibt nach dem Lasersintern Rauheitswerte von R_Z 150 µm und R_a 29 µm. Wird der Kohlenstoffanteil auf 1,6 M.-% erhöht, verbessern sich die Rauheitswerte auf R_Z 60 µm und R_a 19 µm. Pulvermischungen mit sehr guten mechanischen Eigenschaften nach dem Lasersintern weisen Rauheitswerte von R_Z 75 µm und R_a 11 µm auf.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung präziser Bauteile durch Lasersintern eines Pulvermaterials, das aus einer Mischung von mindestens zwei Pulverelementen besteht, dadurch gekennzeichnet, dass die Pulvermischung durch den Hauptbestandteil Eisenpulver und weitere

Pulverlegierungselemente gebildet ist, die in elementarer, vorlegierter oder teilweise vorlegierter Form vorliegen, wobei im Verlaufe des Lasersinterprozesses aus diesen Pulverelementen eine Pulverlegierung entsteht.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass folgende, in elementarer, legierter oder vorlegierter Form vorliegende, Pulverelemente jedes für sich oder in beliebiger Kombination dem Eisenpulver zugegeben werden: Kohlenstoff, Silizium, Kupfer, Zinn, Nickel, Molybdän, Mangan, Chrom, Kobalt, Wolfram, Vanadium, Titan, Phosphor, Bor.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Pulverelemente jedes für sich oder in beliebiger Kombination in folgenden Mengen zugegeben werden: Kohlenstoff: 0,01–2 M.-%, Silizium: bis zu 1 M.-%, Kupfer: bis zu 10 M.-%, Zinn: bis zu 2 M.-%, Nickel: bis zu 10 M.-%, Molybdän: bis zu 6 M.-%, Mangan: bis zu 2 M.-% oder 10–13 M.-%, Chrom: bis zu 5 M.-% oder 12–18 M.-%, Kobalt: bis zu 2 M.-%, Wolfram bis zu 5 M.-%, Vanadium: bis zu 1 M.-%, Titan: bis zu 0,5 M.-%, Phosphor: bis zu 1 M.-%, Bor: bis zu 1 M.-%.

4. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Pulverelemente in legierter oder vorlegierter Form als Ferrochrom, Ferrobör, Ferrophosphor, Kupferphosphid oder Eisensilizid vorliegen.

5. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Pulvermischung aus gasverdünsten Pulvern, Karbonypulvern, gemahlenen Pulvern oder einer Kombination davon besteht.

6. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Pulvermischung aus einer Menge von Pulverpartikeln mit einer Größe kleiner 50 µm, bevorzugt zwischen 20–30 µm besteht.

7. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Pulvermischung aus Partikeln mit einer Größe 50–max. 100 µm besteht.

8. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche 1–5, dadurch gekennzeichnet, dass die Pulvermischung zu 30% aus Partikeln besteht, die kleiner sind als 20 µm und dass die Restmenge aus Partikeln mit der Größe zwischen 20 und 60 µm besteht.

9. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche 1–5, dadurch gekennzeichnet, dass der Hauptbestandteil der Pulvermischung, das Eisenpulver, zwischen 5 und 20% der Partikel der Größe kleiner 10 µm aufweist und dass die Restmenge aus Partikeln der Größe 50–60 µm besteht.

10. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Parameter des Lasersintervorganges wie Laserenergie, Lasergeschwindigkeit, Spurbreite und Belichtung, in Abhängigkeit von den gewünschten Eigenschaften des Fertigteiltes eingestellt werden.